

PROTOTIPE SISTEM PELAPORAN GANGGUAN BESERTA POSISI GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI

Alfian Barizi

D3 Teknik Elektro, FTI, ITS. *e-mail:* alfianbarizi@yahoo.com

Moch.Yogi M.

D3 Teknik Elektro, FTI, ITS. *e-mail:* zogi_art@yahoo.com

Abstrak : Berdasarkan data dilapangan hubung singkat satu fasa ke tanah paling sering terjadi karena menempelnya hewan atau ranting pohon yang basah. Saat terjadi gangguan satu fasa ke tanah petugas perlu mencari gangguan dengan inspeksi secara visual atau mengukur tahanan penghantar di setiap section. Cara ini kurang efektif bila gangguan terjadi di penyulang yang panjang dan memiliki banyak section. Oleh karena itu perlu adanya sistem monitoring gangguan ke tanah dan deteksi lokasi gangguan menggunakan sensor arus dan tegangan yang diletakkan pada saluran fasa dan pentanahan di sisi pelanggan sebagai pembaca arus saat terjadinya gangguan ke tanah. Keluaran sensor arus tersebut diterjemahkan oleh ADC ke mikrokontroler (Arduino). Untuk merealisasikan alat ini diperlukan simulasi jaringan tegangan menengah yang dapat menghasilkan gangguan satu fasa ke tanah, mikrokontroler nantinya akan menangkap besar arus gangguan yang terjadi dan mengirimkan laporan berupa lokasi gangguan melalui media SMS. Tugas akhir ini dapat memberikan laporan berupa besar arus, jarak lokasi gangguan, fasa yang mengalami gangguan dan waktu terjadinya gangguan satu fasa ke tanah. Alat ini memiliki waktu pengiriman laporan gangguan dengan rata-rata waktu 15,36 detik. Waktu pengiriman laporan gangguan melalui SMS masih bergantung pada kondisi sinyal provider.

Kata Kunci: Gangguan 1 fasa ke tanah, Sistem distribusi 20 kV, Deteksi lokasi gangguan, arduino

I. PENDAHULUAN

Dalam penyaluran tenaga listrik sering kali terjadi gangguan tanah yang menyebabkan bekerjanya relai dan jatuhnya pemutus tenaga. Gangguan ini sangat merugikan pelanggan-pelanggan listrik terutama pelanggan tegangan menengah dengan konsumsi daya yang cukup tinggi. Selama ini apabila terjadi gangguan pada pelanggan tegangan menengah PLN akan melakukan penanganan setelah pelanggan tersebut melaporkan gangguan ke PLN. Berdasarkan studi yang telah dilakukan EPRI (Burke and Lawrence, 1984; EPRI 1209-11983) bahwa penyebab terjadinya gangguan permanen pada jaringan distribusi paling banyak adalah pohon dan petir [1] sedangkan untuk tipe gangguan yang paling sering terjadi berdasarkan IJACTE adalah gangguan satu fasa ke tanah dengan presentase sebesar 63% [2].

Oleh karena itu perlu adanya sistem monitoring gangguan ke tanah dan deteksi lokasi gangguan menggunakan sensor arus dan sensor tegangan yang diletakkan pada saluran fasa dan pentanahan di sisi gardu induk sebagai pembaca arus saat terjadinya gangguan ke tanah. Keluaran sensor arus dan tegangan tersebut dikonversikan oleh ADC ke mikrokontroler (Arduino). Data hasil pembacaan mikrokontroler selanjutnya dikirim melalui modem GSM dan dikirimkan melalui media SMS.

Penyelesaian masalah untuk mengetahui titik gangguan pada jaringan tegangan menengah saat ini pada

lapangan masih menggunakan metode yang digunakan PLN dan ada 1 metode yang pernah diusulkan untuk melokalisir titik gangguan. Metode yang di gunakan untuk melokalisir titik gangguan pada PLN menggunakan Sectionalizer atau LBS [3]. Dengan menggunakan Sectionalizer, satu penyulang terbagi menjadi beberapa section. Sehingga jika terjadi gangguan maka satu penyulang akan mati dan pelokalisiran gangguan dengan membuka semua Sectionalizer sepanjang penyulang. Setelah itu, petugas masih melakukan pengukuran besaran tahanan dengan menggunakan Megger setiap section yang dilepas untuk mengetahui pada section manakah gangguan terjadi. Pada [3] metode yang digunakan masih lama dalam penentuan lokasi titik gangguan.

Pada [4] untuk mengetahui titik gangguan dengan memonitoring besar arus gangguan hubung singkat menggunakan mikrokontroler. Dengan metode yang digunakan hanya dapat menentukan section mana yang terkena gangguan dalam satu penyulang untuk pelokalisiran titik gangguan dan metode tersebut mempercepat pelokalisiran gangguan tanpa membuka semua Sectionalizer dalam satu penyulang.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan prototipe sistem pelaporan gangguan beserta posisi gangguan. Simulasi gangguan yang digunakan seperti pada [4] dan penentuan jarak gangguan hubung singkat dihitung dengan menggunakan hukum Ohm. Hasil yang diharapkan metode ini adalah dapat menentukan lokasi

titik gangguan berupa kilometer dari gardu induk dan dapat mempercepat pendeteksian gangguan dan lokasi gangguan pada jaringan tegangan menengah.

A. Permasalahan

Beberapa permasalahan yang menjadi objek penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Dalam penyaluran tenaga listrik jaringan tegangan menengah sering kali terjadi gangguan tanah yang menyebabkan bekerjanya relai dan jatuhnya pemutus tenaga. Gangguan ini sangat merugikan pelanggan-pelanggan listrik terutama pelanggan tegangan menengah dengan konsumsi daya yang cukup tinggi.
2. Belum terdapat sistem yang mampu untuk mencatat fasa mana yang mengalami gangguan ketika terjadi gangguan satu fasa ke tanah pada sistem jaringan tegangan menengah.
3. Ketika terjadi gangguan pada tegangan menengah pihak PLN juga perlu turun kelapangan untuk mencari lokasi gangguan yang terjadi secara manual dengan menghitung tahanan dengan Megger.
4. Dalam penanganan gangguan masih ada ketergantungan terhadap pelaporan masyarakat.

B. Batasan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini, diberikan batasan permasalahan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Pada tugas akhir ini menggunakan Arduino Mega dan media komunikasi menggunakan modem GSM pada SIM900 dan batasan masalah lainnya sebagai berikut :

1. Ruang lingkup penggunaan alat ini hanya pada sisi pelanggan tegangan menengah dengan tegangan 20 kV.
2. Jenis gangguan yang akan dideteksi oleh alat ini hanya gangguan satu fasa ke tanah.
3. Media komunikasi alat ini menggunakan SMS yang nantinya akan ditampilkan pada aplikasi handphone Android sebagai media antar muka (interface).
4. Alat dapat digunakan pada penyulang khusus dimana tidak ada percabangan pada jaringan SUTM.
5. Sensor arus dan tegangan yang digunakan disesuaikan dengan kemampuan mikrokontroler yang digunakan.
6. Pada prototipe ini digunakan resistor 0,22 Ohm untuk mewakili kabel saluran udara tegangan menengah.

C. Tujuan

Tujuan kami menuliskan tugas akhir ini adalah dengan dibuatnya alat ini dapat mempercepat penemuan lokasi gangguan satu fasa ke tanah pada jaringan tegangan menengah. Selain itu juga untuk memberikan pelaporan fasa mana yang mengalami gangguan dengan begitu waktu penanganan gangguan dapat dipersingkat lebih cepat.

II. METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan tugas akhir prototipe sistem pelaporan gangguan jaringan tegangan menengah berbasis Arduino dengan media SMS, ada beberapa kegiatan yang dapat diuraikan. Tahap pertama adalah tahap persiapan, pada tahap ini akan dilakukan studi literatur mengenai jenis gangguan yang terjadi pada sistem JTM, metode pendeteksian lokasi gangguan pada JTM, Mempelajari karakteristik kerja sensor arus dan sensor tegangan. Dan yang terakhir adalah mempelajari sistem komunikasi antara hardware (Arduino) dengan handphone sebagai media display dengan memanfaatkan modul GSM. Tahap kedua adalah tahap perancangan, pada tahap ini akan dilakukan perancangan sesuai data yang telah didapatkan dari studi literatur. Berikutnya adalah tahap pembelian dan pembuatan, Pada tahap pembelian komponen ini akan dilakukan pembelian komponen sesuai data yang telah dikumpulkan melalui studi literatur. Tahap pembuatan pada tahap ini akan dilakukan pembuatan alat setelah semua komponen telah lengkap disertai dengan data cara pembuatannya yang diperoleh dari studi literatur. Tahap selanjutnya adalah tahap pengujian, Pada tahap ini akan dilakukan pengujian alat yang telah dibuat. Tahap pengujian ini meliputi pengujian hardware maupun software. Tahap analisa pada tahap ini akan dilakukan analisa. Faktor apa saja yang menyebabkan alat tidak bekerja sesuai dengan keinginan atau terjadi error. Tahap akhir pada tahap ini akan dilakukan penyempurnaan pada alat dan membenahi alat jika terjadi error sesuai dengan data yang telah didapat pada analisa.

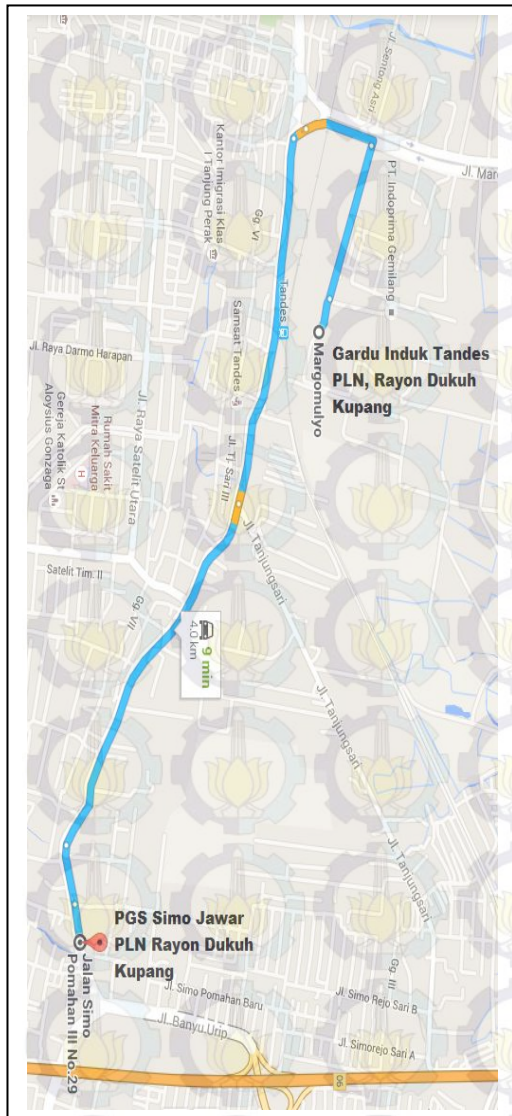
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pembuatan alat Prototipe Pendeteksi Gangguan beserta Lokasi Gangguan pada Jaringan Distribusi Tegangan Menengah menggunakan Arduino dengan media SMS. Perancangan dan pembuatan perangkat keras (hardware) yang meliputi perancangan sensor arus ACS 712, sensor tegangan dan pengkondisi sinyal. Sedangkan pada perangkat lunak (software) yang meliputi pembuatan program pembacaan data sensor melalui Arduino IDE dan perancangan pada MIT App Inventor.

A. Perancangan Sistem Keseluruhan

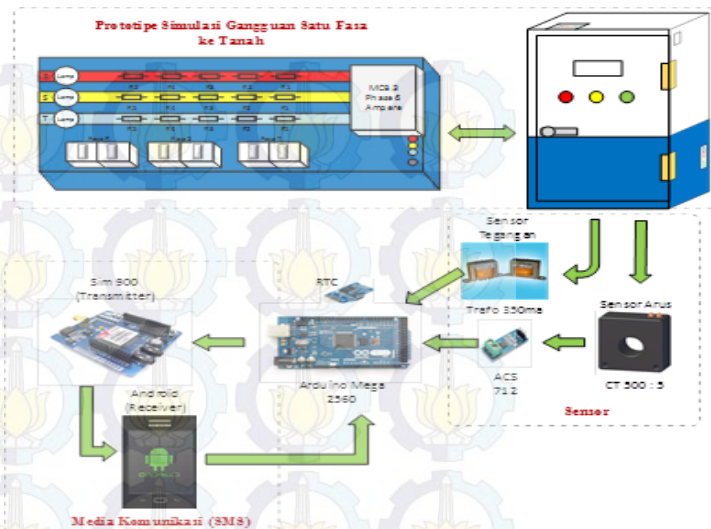
Pada Gambar 3.1 merupakan gambar Penyulang Banyu Urip yang menjadi dasar dari pembuatan tugas akhir ini, berdasarkan Data Induk Jaringan (DIJ) dari UP PLN Rayon Dukuh Kupang didapat data sebagai berikut :

Nama Penyulang	: Penyulang Banyu Urip
Panjang Penyulang	: 5,7 km
Jenis Konduktor	: AAAC (150 mm ²)
Keterangan lain	: Sumber dari GI Tandes hingga AVS Simo Jawar.



Gambar 3.1 Penyulang Banyu Urip

Pada alat pendeteksi gangguan dan lokasi gangguan jaringan tegangan menengah ini digunakan sebuah prototipe jaringan 3 fasa R, S, T dengan pemasangan sensor yang dipasang di pangkal penyulang pada gardu induk. Pada tugas akhir ini gangguan pada sistem berupa gangguan satu fasa ke tanah, ketika terjadi gangguan satu fasa ke tanah maka akan mengalir arus hubung singkat dan adanya tegangan jatuh sehingga arus singkat dan tegangan jatuh tersebut di baca oleh sensor arus dan sensor tegangan yang nantinya akan di olah pada mikrokontroler dan di tampilkan pada LCD. Selain di tampilkan pada LCD arus gangguan dan jarak gangguan akan di kirim berupa SMS melaui modul GSM SIM900. Diagram fungsional sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram Sistem Keseluruhan

Berdasarkan Gambar 3.2 sensor arus dan tegangan akan membaca sinyal trip yang disimulasikan oleh sakelar, dalam tugas akhir ini gangguan pada sistem berupa gangguan satu fasa ke tanah. Sinyal trip akan diolah oleh program pada mikrokontroler yang akan menampilkan besar arus gangguan, fasa yang mengalami gangguan dan waktu gangguan pada LCD. Data gangguan yang berupa arus gangguan, fasa dan waktu gangguan tersebut dikirimkan ke HMI (Human Machine Interface) yang nantinya akan diterima melalui aplikasi Android App Inventor melalui media komunikasi SMS dari SIM900 (transmitter). Proses simulasi gangguan dilakukan dengan menentukan besaran tahanan dimana untuk mewakili tahanan sepanjang konduktor SUTM dimana konduktor yang digunakan menggunakan tipe AAAC tanpa isolasi, berdasarkan buku PLN 1 “Kriteria Desain Enjinereng Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik”, 2010. Adapun spesifikasinya tertera pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Kabel AAAC

Penampang Penghantar (mm)	Diameter Nominal (mm)	Berat (kg/km)	Minimu Breaking Load (daN)	Tahanan Pada 20 C/ fasa (Ohm/km)
35	7,5	94	710	1,50
50	8,75	126	1755	0,603
120	13,75	310	3000	0,357
150	15,75	406	4763	0,224
240	20,25	670	6775	0,142
300	22,50	827	8370	0,115

Berdasarkan data pada **Error! Reference source not found.** resistansi pada kabel AAAC yang sesuai dengan perancangan tugas akhir ini berdasarkan data penyulang Banyu Urip menggunakan kabel AAAC dengan luas penampang 150 mm yaitu sebesar 0,224 Ω /km. Sehingga didapatkan impedansi saluran dengan menggunakan Persamaan 3.1 dimana R adalah resistansi dan X adalah reaktansi.

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (3.1)$$

Karena simulasi gangguan menggunakan resistor sebagai *simulator* impedansi kabel SUTM sehingga X resistor dianggap bernilai nol. Sehingga di dapatkan :

$$Z = \sqrt{0,224^2 + 0^2} = 0,224 \Omega / km$$

Dengan nilai impedansi sebesar 0,22 Ω /km maka dengan mensubstitusikan Persamaan 3.2 hukum Ohm dengan Persamaan 3.3. Sehingga jarak gangguan dapat dicari

dengan Persamaan 3.4.

$$Z = \frac{V_f}{I_f} \quad (3.2)$$

$$\text{Jarak} = Z \div 0,22 \quad (3.3)$$

$$\text{Jarak} = \left(\frac{V_f}{I_f} \right) \div 0,22 \quad (3.4)$$

B. Pengujian Sistem

Pada bab pengujian sistem ini akan membahas mengenai hasil pengujian dan analisa atas penyusunan alat untuk “Prototipe Sistem Pelaporan Gangguan Beserta Posisi Gangguan Pada Jaringan Distribusi“. Data pengujian sangat diperlukan untuk implementasi dalam dunia nyata. Kinerja suatu sistem sangat dipengaruhi oleh kinerja per bagian dari sistem tersebut seperti terlihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Pengujian Sistem

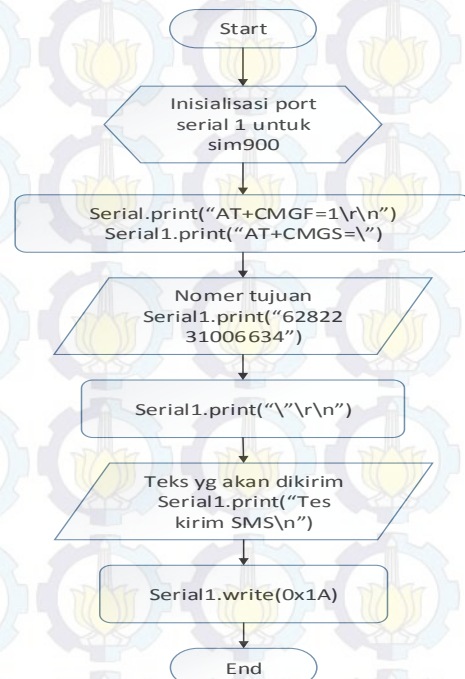
Pengujian merupakan salah satu langkah yang harus dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan yang direncanakan. Kesesuaian sistem dengan perencanaan dapat dilihat dari hasil-hasil yang dicapai pada pengujian sistem. Pengujian juga bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sistem yang telah dibuat. Hasil pengujian tersebut

akan dianalisa untuk mengetahui penyebab terjadinya kekurangan atau kesalahan dalam sistem.

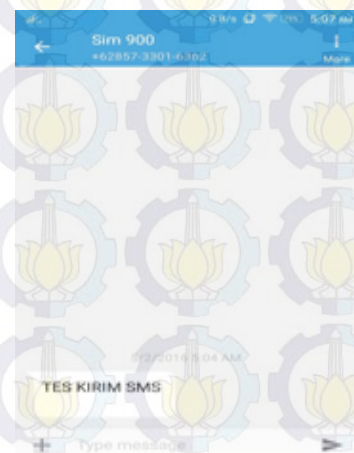
C. Pengujian Sistem Komunikasi dengan SIM900

Dalam melakukan pengujian komunikasi menggunakan SIM900 kita perlu menggunakan program AT+command. Modem GSM yang akan digunakan untuk pengiriman SMS maka modem GSM menggunakan format teks dengan perintah AT+cmgf=1, mengatur nilai 1 pada AT+cmgf. Perintah AT+cmgs merupakan perintah untuk pengiriman SMS pada modul modem GSM SIM900. AT+cmgs diikuti dengan penulisan nomor yang akan dituju.

Pengujian SIM900 sebagai modem GSM dengan melakukan pengiriman karakter “TES KIRIM SMS” dengan flowchart pemrograman di tunjukkan pada gambar 3.4 dan hasil dari pengiriman yang ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.4 Flowchart pengujian SIM900



Gambar 3.5 Hasil pengujian komunikasi

Pada tugas akhir ini SMS yang dikirim berupa pemberitahuan ke operator teknis di lapangan bahwa terjadi gangguan pada SUTM penyulang tertentu. Tingkat keberhasilan pengiriman SMS pada tugas akhir ini ditunjukkan dengan selisih waktu pengiriman dengan penerimaan SMS. Hasil pengujian waktu pengiriman dilihat pada Tabel 3.2 dan hasil pengujian waktu pengiriman SMS dilihat pada gambar 3.6.

Tabel 3.2 Hasil pengujian SIM900

No	Waktu pengiriman SMS ketika gangguan	Waktu pengiriman perintah <i>reset</i> dari Android kepada Arduino
1	00:16:17 detik	00:07:49 detik
2	00:09:54 detik	00:04:54 detik
3	00:07:35 detik	00:05:29 detik
4	00:17:48 detik	00:04:77 detik
5	00:16:55 detik	00:06:42 detik

Pada pengujian komunikasi SIM900 waktu pengiriman dan waktu yang di terima Arduino pada Tabel 3. dengan rata-rata waktu pengiriman data gangguan 00:15:36 detik dan rata-rata Arduino penerima SMS yaitu selama 00:06:10 detik. Waktu pada pengujian tersebut sudah termasuk waktu pembacaan ADC dan *delay* yang ada pada Arduino. Waktu tersebut juga tergantung pada kekuatan sinyal pada *provider* yang digunakan.



Gambar 3.6 Hasil pengujian waktu pengiriman SMS

D. Pengujian Sistem Keseluruhan

Saat dilakukan pengujian alat secara keseluruhan, dilakukan seluruh koordinasi semua sensor, prototipe jaringan dan tampilan pada aplikasi Android. Sistem menggunakan jaringan tiga fasa dengan indikator berupa tiga buah lampu sebesar 100 Watt pada tiap fasa R, S, dan T.

Pengujian sistem secara keseluruhan dilaksanakan pada :

Waktu : Rabu, 25 Mei 2016, 06.30 WIB
Tempat : Laboratorium Elektronika Dasar, D3 T.Elektro ITS

Pada Sistem tidak menampilkan besar arus dalam keadaan normal (tidak ada arus gangguan) sehingga hanya berupa tampilan tanggal dan waktu real time pada LCD dan status normal tiap fasa pada LCD seperti pada Gambar 3. Pengujian dilakukan pada tiap fasa dan dengan 2 posisi gangguan pada tiap fasanya. Tampilan LCD pada panel ketika kondisi normal dapat dilihat pada Gambar 3.7.

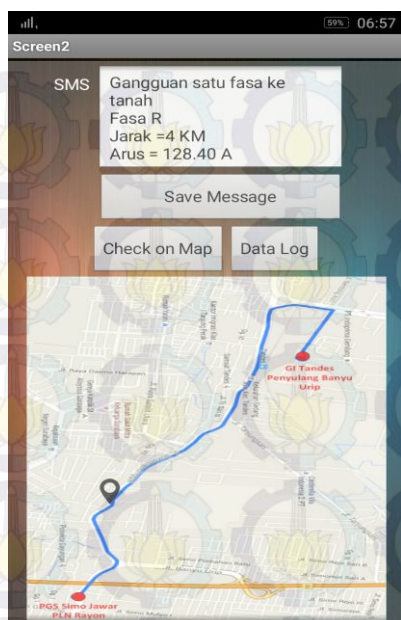


Gambar 3.7 Tampilan pada keadaan normal

Gangguan pada fasa R (lokasi 1), pengujian ketika kondisi ini dilakukan ketika terjadi gangguan pada fasa R dengan menekan sakelar 1 untuk menimbulkan gangguan, tampilan LCD pengujian pada sakelar 1 dapat dilihat pada Gambar 3.8 dan tampilan pada aplikasi *android* pada Gambar 3.9.



Gambar 3.8 Gangguan pada Fasa R



Gambar 3.9 Tampilan pada Aplikasi

Tampilan pada layar LCD ketika gangguan terjadi akan menampilkan nilai arus sebesar 128,4 A dan jarak 4 km dan indikator fasa R mengalami gangguan begitu juga pada tampilan *text box* aplikasi Android seperti pada Gambar 3.9 di tampilkan fasa R yang mengalami gangguan, nilai arus sebesar 128,4 A, tegangan 127,39 V dan jarak 4 km. Pengujian untuk fasa R pada sakelar 1 dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Untuk hasil pengujian yang lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil pengujian fasa R (sakelar 1)

Fasa R			
No.	Arus (A)	Tegangan (V)	Jarak (km)
1	130,93	141,2	4
2	128,4	127,39	4
3	141,8	245,3	7
4	113,19	97,42	3
5	125,87	246,8	8
Rata-rata	128,04	171,62	5,2

Pengambilan data gangguan dilakukan pada tiap fasa R,S dan T dan setiap fasa diambil data pada lokasi gangguan 1 dan 2. Lampu indikator menandakan fasa mana yang mengalami gangguan, apabila lampu merah mati fasa R mengalami gangguan, apabila lampu kuning mati fasa S mengalami gangguan dan jika lampu hijau mati maka fasa T yang mengalami gangguan.

Pada Tabel 3.4 ditunjukkan hasil pengujian gangguan pada fasa S dimana gangguan dihasilkan sakelar lokasi 1. Arus gangguan rata – rata yang terbaca pada fasa S adalah 121,11 A dan untuk tegangan rata – rata yang terbaca adalah 142,31 V dengan jarak rata – rata 5,2 km.

Tabel 3.4 Hasil pengujian fasa S (sakelar 1)

Fasa S			
No.	Arus (A)	Tegangan (V)	Jarak (km)
1	125,05	73,2	2
2	120,1	88,92	3
3	95,55	244	11
4	125,05	226,8	8
5	139,8	78,65	2
Rata-rata	121,11	142,31	5,2

Pada Tabel 3.5 ditunjukkan hasil pengujian gangguan pada fasa T dimana gangguan dihasilkan oleh sakelar lokasi 1. Arus gangguan rata – rata yang terbaca pada fasa T adalah 95,76 A dan tegangan rata – rata yang terbaca adalah 163,69 V dengan jarak rata – rata 6,4 km.

Tabel 3.5 Hasil pengujian fasa T (sakelar 1)

Fasa T			
No.	Arus (A)	Tegangan (V)	Jarak (km)
1	121,55	166,5	6
2	95,68	236,43	11
3	95,68	230,5	10
4	137,8	116,1	3
5	137,07	68,91	2
Rata-rata	95,76	163,69	6,4

Untuk pengujian pada lokasi gangguan sakelar 2 pada fasa R, S dan T secara berurutan dapat dilihat pada Tabel 3.6 sampai dengan Tabel 3.8.

Tabel 3.6 Hasil pengujian fasa R (sakelar 2)

Fasa R			
No.	Arus (A)	Tegangan (V)	Jarak (km)
1	184,15	108,4	2
2	163,8	95,78	2
3	163,8	72,32	2
4	204,43	212,6	4
5	184,15	90,87	2
Rata-rata	180,07	115,99	2,4

Tabel 3.7 Hasil pengujian fasa S (sakelar 2)

Fasa S			
No.	Arus (A)	Tegangan (V)	Jarak (km)
1	186,56	171,98	4
2	169,29	100,12	2
3	201,25	76,55	1
4	191,41	117,15	2
5	174,21	174,21	1
Rata-rata	184,54	128	2

Tabel 3.8 Hasil pengujian fasa T (sakelar 2)

Fasa T			
No.	Arus (A)	Tegangan (V)	Jarak (km)
1	155,17	101,4	2
2	193,96	69,63	1
3	186,21	78,28	1
4	186,21	77,34	1
5	188,79	120,79	2
Rata-rata	182,07	89,488	1,4

Dari Tabel 3.6 hingga Tabel 3.8 dapat dilihat bahwa jarak rata – rata gangguan pada sakelar 2 fasa R adalah 2,4 km, fasa S 2 km, dan fasa T 1,4 km.

IV. ANALISA RELEVANSI

Prototipe ini merupakan alat peraga dari peralatan yang ada pada jaringan distribusi listrik. Untuk bisa diimplementasikan ke jaringan listrik yang sebenarnya memerlukan analisa implementasi terkait penggunaan komponen pengganti yang sesuai terutama untuk pengembangan sistem pelaporan lokasi gangguan berdasarkan gangguan satu fasa ke tanah pada saluran udara tegangan menengah. Pengembangan sistem ini akan menggunakan sensor arus CT dan PT dengan rasio sesuai dengan rating arus pada JTM 20kV. Pada sensor arus hanya dengan mengganti rating dari rasio pada sisi primer CT sedangkan pada sisi sekunder sesuai standar CT sebagai pengukuran dan proteksi dengan rasio 5 A maka dari itu besar arus pada bagian sekunder CT dapat dideteksi oleh sensor ACS712 tanpa melebihi batas arus maksimal sensor arus. Dan untuk sensor tegangan standar sisi sekunder PT (Potential Transformer) untuk pengukuran dan proteksi yaitu 110 Volt sehingga sensor tegangan pada tugas akhir ini masih memenuhi

Jika alat ini digunakan pada sumber penyulang khusus, maka dapat dimanfaatkan sebagai pendeteksi lokasi gangguan pada sistem distribusi jaringan tegangan menengah. Dalam pembuatan ini harus diperhatikan bahwa alat pemutus yang digunakan merupakan MCB thermal sehingga alat ini memiliki kekurangan dalam akurasi menentukan lokasi gangguan. Dalam penerapan sistem jaringan distribusi yang sesungguhnya dimana PMT yang digunakan menggunakan prinsip waktu sehingga akurasi yang didapatkan dapat lebih baik. Diharapkan setelah alat ini dapat diterapkan pada sistem distribusi yang sesungguhnya mampu untuk meningkatkan kinerja PLN dalam faktor SAIDI yang hingga saat ini ditargetkan oleh PLN durasi lama penanganan pemadaman pada jaringan tegangan menengah selama 3 jam dapat ditingkatkan lebih baik lagi.

V. KESIMPULAN

Dari pembuatan dan pengujian tugas akhir ini kami mendapatkan beberapa kesimpulan diantaranya adalah bahwa jarak gangguan yang dihasilkan bergantung pada arus puncak dan drop tegangan yang diterima oleh sensor. Penggunaan MCB pada alat sebagai pemutus tenaga listrik masih dianggap kurang baik karena bekerja

berdasarkan prinsip thermal, pada penerapan secara nyata pada jaringan distribusi 20 kV pemutus tenaga yang digunakan menggunakan prinsip pengaturan waktu sehingga hal ini diharapkan mampu untuk meningkatkan akurasi pendeteksian lokasi gangguan.

Kami juga mendapatkan kesimpulan bahwa Modul GSM SIM900 yang digunakan sebagai media SMS memiliki rata-rata waktu pengiriman SMS 15,36 detik. Waktu pengiriman SMS ini sangat dipengaruhi oleh baik atau buruknya kondisi sinyal provider. Nilai kesalahan sensor tegangan (error) untuk fasa R sebesar 0,77%, fasa S sebesar 0,71% dan fasa T sebesar 0,5%. Untuk sensor arus CT 500 : 1 yang kami gunakan memiliki nilai kesalahan untuk fasa R 5,24%, fasa S 21,8% dan fasa T 1,98%. Sedangkan untuk sensor arus ACS memiliki nilai error untuk tiap fasanya 1,8% (R), 1,5% (S), 1,9% (T). Alat ini hanya mampu untuk menampilkan gangguan satu fasa ke tanah saja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Lewis Blackburn, **Protective Relaying Principles and Applications, Second Edition.**
- [2] Burke, J.J. and Lawrence, D. J., **IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems**, vol. PAS-103, no. 1, pp. 1-6, January 1984.
- [3], **Buku 1 Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik**, PT PLN (Persero), Jakarta, 2010.
- [4] Fariadin, D., **Prototipe Deteksi Lokasi Gangguan pada Tegangan Menengah Menggunakan Mikrokontroler, Tugas Akhir**, Program D3 Teknik Elektro FTI-ITS, Surabaya, 2014.
- [5] Suswanto, D., **Sistem Distribusi Tenaga Listrik**, Teknik Elektro Universitas Negeri Padang, Padang, 2009.
- [6] Wahyudi, SN, **Proteksi Sistem Disribusi Tenaga Listrik**, Garamond, Depok, 2012.
- [7] Syahwil, M., **Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino**, ANDI, Yogyakarta, 2013.
- [8], **DS3231:Extremely Accurate I2C Integrated RTC /TCXO/ Crystal**, Datasheet, Maxim Integrated Products, Inc., 2015.
- [9], **Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor**, Datasheet, Allegro Microsystem, Worcester, 2012.
- [10], **UA-CTS Current Transformer**, Datasheet, 2015.
- [11] Kurniyanto F. W. dan Madina N. F., **Purwarupa KWH Meter Digital yang dilengkapi Data Logger sebagai Alat Bantu melakukan Audit Energi, Tugas Akhir**, Program D3 Teknik Elektro FTI-ITS, Surabaya, 2015.
- [12], **16 x 2 Character LCD**, Datasheet, Vishay, 2002.
- [13], **IComSat v1.1-SIM900 GSM/GPRS shield**, Datasheet, Itleadstudio, 2011.
- [14] Mulyadi, **Android App Inventor: Membuat Aplikasi Android tanpa Kode Program**, Multimedia Center, Yogyakarta, 2011